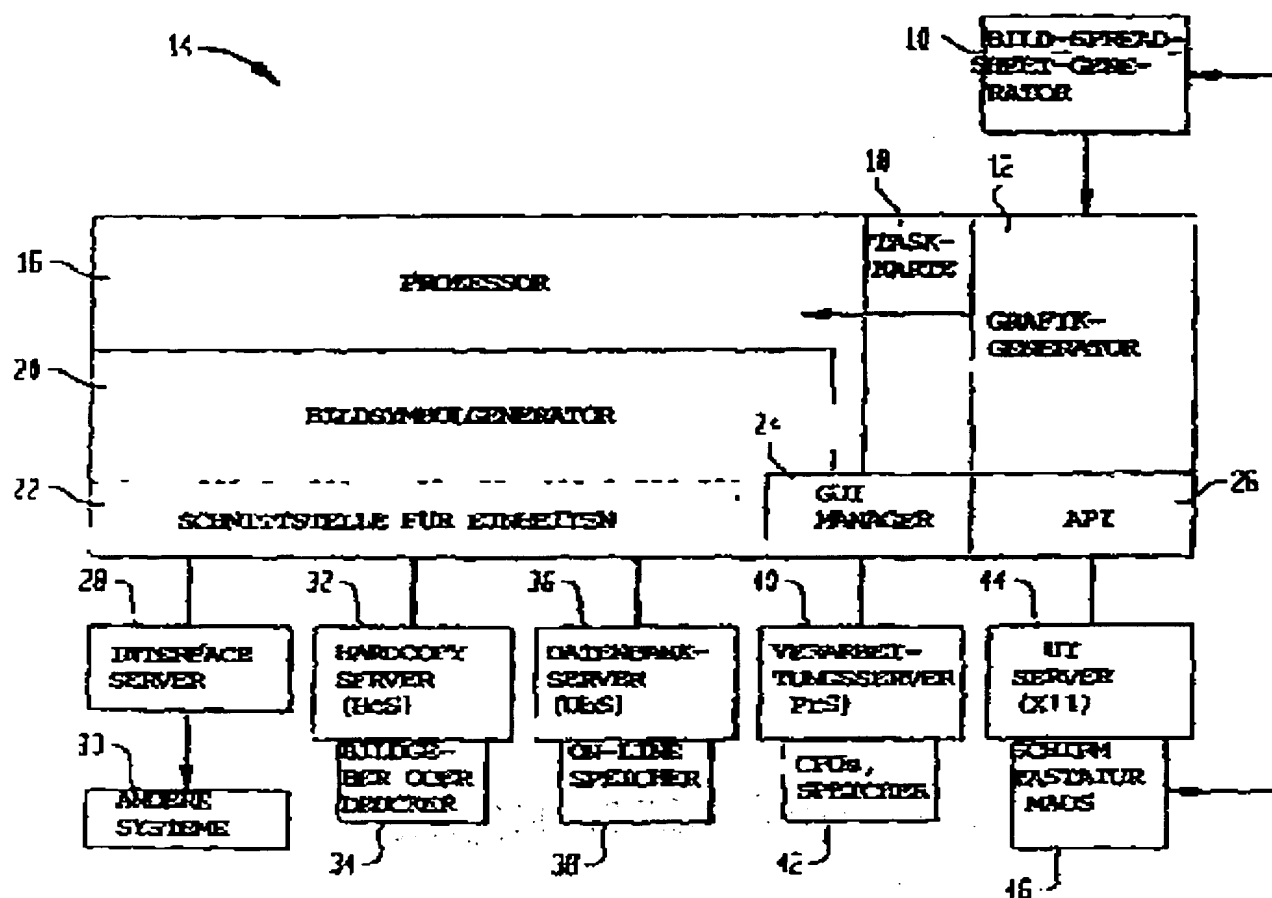


AN: PAT 2000-443761
 TI: Image system for producing image spreadsheet e.g. for medical applications aligns images so that registration markers of corresponding cells in spreadsheet match
 PN: DE19953308-A1
 PD: 08.06.2000
 AB: NOVELTY - The system includes a processor for displaying a graphical user interface (GUI) on a display. An image spreadsheet generator causes the GUI to display a spreadsheet grid with a number of cells having registration markers. Equations can be assigned to each cell. The generator is responsive to image data with registration data to display images in some of the cells, so that the images are aligned and oriented such that the registration markers of corresponding cells match. The generator is responsive to a user command to implement a set of equations in a first set of cells, to transform images in the first set of cells. DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is included for an image system. A method of implementing an image spreadsheet is also claimed.; USE - For medical imaging systems such as CT, MR, PET, SPECT and 3D ultrasound. ADVANTAGE - Allows images procured by different methods to be matched with each other to allow medical diagnosis and treatment. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a block diagram of the complete system.
 PA: (SIEI) SIEMENS CORP RES INC;
 IN: BANI-HASHEMI A; GEIGER B; GUPTA A; KRISHNAN A; NADAR M; RAMARAJ R; WILLIAMS J;
 FA: DE19953308-A1 08.06.2000; JP2000172836-A 23.06.2000;
 CO: DE; JP;
 IC: A61B-005/055; A61B-006/00; G01N-023/00; G06T-001/00; G06T-017/40;
 MC: S03-E06; S03-E06B; S03-G02B3; S05-D02A1; S05-D02C; T01-J10C4;
 DC: P31; S03; S05; T01;
 FN: 2000443761.gif
 PR: US0200068 25.11.1998;
 FP: 08.06.2000
 UP: 25.08.2000

THIS PAGE BLANK (USPTO)
THIS PAGE BLANK (USPTO)



BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(2)

Q3P 09786



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 53 308 A 1

51 Int. Cl.⁷:
G 06 T 17/40
A 61 B 5/055
A 61 B 6/00
G 01 N 23/00

21 Aktenzeichen: 199 53 308.3
22 Anmeldetag: 5. 11. 1999
43 Offenlegungstag: 8. 6. 2000

DE 199 53 308 A 1

30 Unionspriorität:
200068 25. 11. 1998 US

71 Anmelder:
Siemens Corporate Research, Inc., Princeton, N.J., US

74 Vertreter:
Patentanwälte Westphal, Mussnug & Partner,
78048 Villingen-Schwenningen

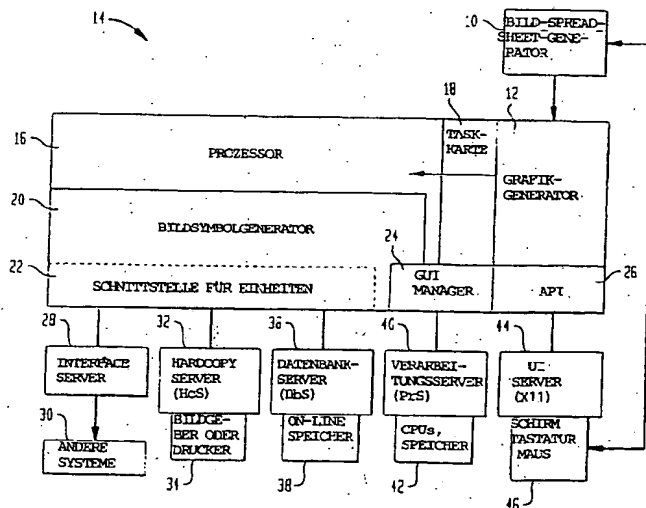
72 Erfinder:
Williams, James, Princeton Junction, N.J., US;
Gupta, Alok, East Brunswick, N.J., US;
Bani-Hashemi, Ali, Belle Mead, N.J., US; Geiger,
Bernhard, Plainsboro, N.J., US; Krishnan, Arun,
Plainsboro, N.J., US; Nadar, Mariappan,
Plainsboro, N.J., US; Ramaraj, Rama, Dayton, N.J., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Vorrichtung und Verfahren zum Implementieren eines Bild-Spreadsheets

57 Ein Bild-Spreadsheet erstreckt die Spreadsheet-Strukturen auf zweidimensionale (2D) und dreidimensionale (3D) Bilder und Bildsequenzen, wobei Zellen in dem Bild-Spreadsheet Bilddaten und mathematische Operationen zugewiesen sind, die Bildoperanden implementieren. Das Bild-Spreadsheet ist auf einem Bildsystem mit einem Prozessor zum Anzeigen einer grafischen Benutzerschnittstelle (GUI) auf einem Display implementiert. Ein Bild-Spreadsheet-Generator bewirkt, daß die GUI ein Spreadsheet-Gitter mit einer Mehrzahl von Zellen mit zugeordneten Registrierungsmarkern anzeigt, wobei jeder Zelle eine Gleichung zugewiesen werden kann. Der Bild-Spreadsheet-Generator reagiert auf Bilddaten mit zugeordneten Registrierungsdaten zum Anzeigen einer Mehrzahl von Bildern in einem Teil der Mehrzahl von Zellen, wobei die Mehrzahl von Bildern so ausgerichtet und angeordnet ist, daß die Registrierungsmarker von entsprechenden Zellen zusammenpassen. Der Bild-Spreadsheet-Generator antwortet auf Benutzereingaben zum Implementieren von Gleichungen in die Zellen zum Transformieren von Bildern. Vorbestimmte Bildtransformierende Funktionen, die durch den Benutzer für jede Zelle vorgegeben werden können, erzeugen transformierte Bilder in den Zellen. Unter Verwendung einer Bildsubtraktion können zum Beispiel Magnetresonanz-Angiographie (MRA)-Bilder, die Bilder enthalten, die das Eindringen eines Kontrastmittels in ein vasculäres System darstellen, transformiert werden, um das vasculäre ...



DE 199 53 308 A 1

Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Die Erfindung betrifft das Anzeigen von Bildern und insbesondere ein Bild-Spreadsheet zur Bearbeitung und Darstellung mehrfacher Bilder.

Es ist bekannt, daß Spreadsheet-Anwendungsprogramme und Spreadsheet-Metaphern ein intuitives und bewährtes Verfahren zur Bearbeitung von numerischen Daten zur Verfügung stellen. Solche Daten sind im allgemeinen Text- oder ASCII-Daten im Gegensatz zu anderen Daten mit anderen Formaten wie zum Beispiel grafische Daten.

Auf dem Gebiet der medizinischen Bilderzeugung existieren einige spezifische Probleme und Anforderungen bei der gleichzeitigen Darstellung von mehreren Reihen und mehreren Arten von Bildern. Mit den dreidimensionalen Bildgebungsverfahren, wie zum Beispiel CT, MR, PET, SPECT und 3D-Ultraschall, werden Volumina und nicht Bilder erzeugt, die im allgemeinen in Form von Stapeln von Querschnittsbildern eines zu untersuchenden Patienten vorliegen. Aus diesem Grund besteht die Notwendigkeit, mehrere Bilder aus verschiedenen Verfahren gleichzeitig darzustellen.

Es ist üblich, daß ein Patient mehrere Male mit einem einzigen Verfahren oder mit mehreren Verfahren untersucht wird. Im Falle einer Untersuchung mit mehreren Verfahren werden im gleichen Objektbereich verschiedene Größen gemessen. Außerdem kann die räumliche Auflösung der Bildsätze unterschiedlich sein. Um verschiedene Beurteilungen vornehmen zu können, werden häufig mehrere Untersuchungen mit einem einzigen Verfahren durchgeführt, wie es zum Beispiel bei der Kontrast-verstärkten magnetischen Resonanz-Angiographie der Fall sein kann, bei der vor und nach der Injektion eines Kontrastmittels in den Blutstrom Bilder aufgenommen werden. Weitere Beispiele sind die Beurteilung einer Behandlung, bei der vor und nach dem Eingriff pathologische Bilder aufgenommen werden, oder Funktionsbilder, mit denen biologische Prozesse über eine bestimmte Zeitdauer überwacht werden.

Sowohl bei den einfachen als auch bei den mehrfachen Verfahren führt eine Bewegung des Patienten sowie die Reproduzierbarkeit der Abtastung zu Problemen bei der Bilderzeugung. In bestimmten Fällen kommt es vor, daß bei einem Patienten die Bilder mit Abständen von Tagen, Wochen oder Monaten aufgenommen werden. Selbst in dem Fall, in dem der Patient für eine Anzahl von schnellen Aufnahmen in einer Abtastvorrichtung verbleibt, kann sich die Stellung bzw. Position des Patienten aus verschiedenen Gründen wie zum Beispiel der Atmung, einer Unbequemlichkeit, einer Erregung oder der Verdauung verändern. Auch die Abtastvorrichtung selbst kann aufgrund einer mechanischen Ungenauigkeit zu einer Verschiebung führen.

Es besteht somit ein Bedarf, die Bilder aus verschiedenen Verfahren zur Anwendung bei der medizinischen Diagnose und Behandlung aneinander anzupassen.

Zusammenfassung der Erfindung

Durch ein Bild-Spreadsheet wird die Spreadsheet-Metapher (übergeordnete Struktur) auf zweidimensionale (2D) und dreidimensionale (3D) Bilder und Bildsequenzen erstreckt, wobei Zellen in dem Bild-Spreadsheet Bilddaten und mathematische Operationen zugeordnet sind, die Bildoperanden implementieren. Das Bild-Spreadsheet ist auf einem Bildsystem implementiert, das einen Prozessor zur Wiedergabe einer grafischen Benutzerschnittstelle (GUI - graphic user interface) auf einem Bildschirm aufweist. Ein Bild-Spreadsheet-Generator bewirkt, daß die GUI ein Spre-

adsheet-Gitter mit einer Mehrzahl von Zellen anzeigt, denen Registrierungsmarker zugeordnet sind, wobei jeder Zelle eine Gleichung zugeordnet werden kann. Der Bild-Spreadsheet-Generator spricht auf Bilddaten an, die zugeordnete 5 Registrierungsdaten zur Anzeige einer Mehrzahl von Bildern in einem Teil der Mehrzahl von Zellen aufweisen, wobei die Mehrzahl von Bildern so ausgerichtet und angeordnet sind, daß die Registrierungsmarker der entsprechenden Zellen aneinander angepaßt sind. Der Bild-Spreadsheet-Generator spricht auf Benutzereingaben zur Implementierung einer Gruppe von Gleichungen in einer ersten Gruppe von Zellen an, um die Bilder in der ersten Gruppe von Zellen zu transformieren.

Mit vorbestimmten Bild-transformierenden Funktionen, die durch einen Benutzer für jede Zelle individuell eingestellt werden können, werden in den Zellen transformierte Bilder erzeugt. Zum Beispiel können unter Verwendung einer Bildsubtraktion Magnetresonanz-Angiographie (MRA)-Bilder, die Bilder umfassen, die das Eindringen eines Kontrastmittels in ein vaskuläres System zeigen, transformiert werden, um das vaskuläre System im Hintergrund auszublenken und den Fluß des Kontrastmittels anzuzeigen. In den Zellen können zweidimensionale Bilder, dreidimensionale Bilder und sogar Text angezeigt werden. Ein Easel-Icon in einer Zelle, ein pop-up-Fenster oder eine pop-up-Benutzer-Schnittstelle (UI) können aktiviert werden, um selektiv ein Bild aus einer Mehrzahl von der ersten Zelle zugeordneten Bildern anzuzeigen.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Fig. 1 zeigt ein das Bild-Spreadsheet implementierendes Gesamtsystem;

Fig. 2 zeigt das die Magnetresonanz-Angiographie implementierende Bild-Spreadsheet;

Fig. 3 zeigt das eine 3D Segmentation implementierende Bild-Spreadsheet; und

Fig. 4 zeigt ein Flußdiagramm des Betriebsverfahrens des Bild-Spreadsheets.

Detaillierte Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

Gemäß Fig. 1 werden ein Bild-Spreadsheet-Generator 10 und ein Verfahren zur Bearbeitung von zweidimensionalen (2D) und/oder dreidimensionalen (3D) Bildern mit einem grafischen Anzeigesystem verwendet, so daß eine vertraute Arbeitsumgebung zur Bearbeitung vieler Arten von Bilddaten geschaffen wird und sich eine bedeutende und beispielhafte Veränderung gegenüber den in allgemeinen Bildverarbeitungssystemen verwendeten "Pipeline"-Modellen ergibt. Der Bild-Spreadsheet-Generator 10 ist mit einem Grafikgenerator 12 eines Grafiksystems 14 mit einem Prozessor 16 verbunden. Der Grafikgenerator 12 wirkt mit dem Prozessor 16 zum Beispiel über eine Task-Karte 18 oder andere Funktionen oder Unterprogramme zusammen, um 2D und/oder 3D-Bilder auf einem Schirm oder einer anderen Ausgabereinrichtung zu erzeugen. Der Prozessor 16 arbeitet mit einem Bildsymbol-Generator 20 zusammen, der eine Sammlung von Programmobjekten zur Darstellung von Bildsymbolen auf dem Ausgabe-Bildschirm beinhalten kann, die durch den Benutzer des Grafiksystems 14 leicht verstanden werden können.

Der Prozessor 16 umfaßt auch eine Einrichtungsschnittstelle 22, einen Manager 24 für eine grafische Benutzerschnittstelle (GUI) und eine Anwendungsprogramm-Schnittstelle (API) 26, wobei diese Komponenten 22 bis 26 mit einem Schnittstellen-Server 28 verbunden sind, um mit

anderen Systemen 30 zusammenzuwirken, wie dem Internet für Fernverbindungen; einem Hardcopy-Server (HcS) 32 zum Senden von Ausgabedaten zu einem Bildgerät oder Drucker 34 für Hardcopy-Ausgaben; einem Datenbank-Server (DbS) 36 zum Speichern von Daten zum Beispiel in einem Online-Speicher 38, einem Verarbeitungs-Server (PrS) 40 zum Speichern von Daten in dem Speicher 42 des Prozessors 16 oder anderen zentralen Prozessoreinheiten (CPUs); sowie einem Benutzer-Schnittstellen (UI)-Server 44, der zum Beispiel unter Verwendung der Version 11 (X11) des X WINDOWS Protokolls mit mindestens einer Eingabe- und/oder Ausgabe-(I/O)Einrichtung 46 wie einem Bildschirm, einer Tastatur und/oder einer Maus zusammenwirkt.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der Grafikgenerator 12 durch die "Fly Through"-Software der Firma Siemens Medical Systems Inc., Iselin, New Jersey, realisiert, die auf einer Workstation als Grafiksystem 14, wie zum Beispiel der "Prominence"-Workstation von der Firma Siemens Medical Systems Inc., Iselin, New Jersey, vertrieben wird, die eine weiterentwickelte Workstation zur medizinischen Bilderzeugung und Nachbearbeitung ist, die von der Firma ISG Technologies, Kanada, hergestellt wird. Alternativ dazu kann das Grafiksystem 14 auch die "3D Virtuoso" Workstation zur Nachbearbeitung von der Firma Siemens Medical Systems Inc. sein, die optional auf einer Windows NT Plattform arbeiten kann und zum Beispiel das Laboratory Information System der Firma Medcom Information Systems Inc., anwendet. Die GUI zur Anwendung der "Fly Through"-Software kann auf einer Sienet Magicview CT/MR Satellitenkonsole der Firma Siemens Medical Systems, Inc. implementiert werden, um als I/O-Einrichtung 46 zu arbeiten. Alternativ dazu kann als Grafiksystem 14 auch das in der US-PS 5.782.762 von Vining und/oder der US-PS 5.825.909 von Jang beschriebene Grafiksystem verwendet werden, wobei diese Druckschriften durch Bezugnahme zum Bestandteil dieser Offenbarung gemacht werden sollen.

Bei einer medizinischen 2D/3D-Bilderzeugung kann der Bildsymbol-Generator 20 eine Sammlung von Programmobjekten sei, die metaphorisch medizinische Bildsymbole auf dem UI der I/O-Einrichtung 46 darstellen, die für einen Benutzer einfach verständlich sind. Die Einrichtungsschnittstelle 22 kann ein Satz von Objekten einer "Digital Imaging and Communications in Medicine" (DICOM)-Kommunikations-Schnittstelle sein, während der Schnittstellen-Server 28 ein DICOM-basierender Server sein kann, der mit medizinischen Systemen 30 wie computergestützten Tomographie-Abtasteinrichtungen (CAT) und Röntgenstrahlengeräten zusammenwirkt. Ferner kann der GUI-Manager 24 der MOTIF-Manager für X Windows und die API 26 der Open Graphics Library (OpenGL)-Standard Grafik-API sein.

Der Grafikgenerator 12 kann ein Segmentierungsmodul, ein Modellbildungsmodul und ein interaktives Anzeigemodul umfassen. Mit dem Segmentierungsmodul werden während der Simulation einer endoskopischen Ansicht verschiedene interessierende Organe heraussegmentiert und ein segmentierter Volumen-Datensatz erzeugt. Das Modellbildungsmodul konvertiert den segmentierten Volumen-Datensatz in einen Satz von segmentierten polyhedralen Modellen, die eine Echtzeit-Wiedergabe mit dem interaktiven Anzeigemodul ermöglichen. Durch die GUI der I/O-Einrichtung 46 kann dem Benutzer ein Schirm mit Ansichtsfenstern geboten werden, wie zum Beispiel ein Haupt-Ansichtsfenster 48 gemäß den Fig. 2 und 3, das für bestimmte Anzeigezwecke, die unten noch erläutert werden, in einzelne Spreadsheet-Zellen 50 unterteilt werden kann. Ein Benutzer-Ein-

gabefenster, wie zum Beispiel das Fenster 52, kann durch einen entsprechenden Befehl des Benutzers oder des Grafikgenerators 12, der auf eine Bedingung wie zum Beispiel eine "query user for input"-Bedingung oder eine Fehlerbedingung geöffnet oder geschlossen werden. Das Fenster 52 kann ein pop-up-Fenster sein, das zur Eingabe von mathematischen und anderen Operationen für eine einzelne oder eine Gruppe von Zellen 50 verwendet wird.

Weiterhin ist auf dem Schirm auch ein Bereich 54 vorhanden, der ein Steuerpanel aus wählbaren Tasks und scrollbaren Taskleisten zur Verfügung stellt. Zum Beispiel können Befehle oder Icons für 2D, MPR, 3D, Winkel, Bereich, U1, U2 und Fly, die mit verfügbaren Task-Karten korrespondieren, zur Verfügung gestellt werden. Andere Befehle wie Task-Karten oder Tabs können auch angezeigt werden, die eine Auswahl von Befehlen wie Film, Save, Zpan und W/I ermöglichen. Weiterhin können auch Icons, die mit copy screen, copy series, new page, clear image oder options beschriftet sind, oder andere Icons wie scrollbare Pfeil-Befehle vorgesehen sein.

Um das Bild-Spreadsheet in das Haupt-Ansichtsfenster 48 zu implementieren, kann der Bereich 54 des Schirms auch Befehle zum Editieren von Zellen oder Icons wie cell editor, add row, add column, evaluation all, load und save enthalten. Demgemäß kann ein Benutzer Zellen durch Anklicken der Zelle, d. h. durch Bewegen eines GUI-Kursors auf die Zelle mit einer beweglichen Maus und durch Betätigung des Mausknopfes auswählen. Mit solchen Befehlen zum Editieren von Zellen kann der Benutzer eine Zelle editieren, Reihen und Spalten den Zellen 50 hinzufügen, alle Zellen auswerten, um das gesamte Spreadsheet der Zellen zu aktualisieren, um modifizierte Bilder oder Gleichungen zu erzeugen, einzelne Zellen mit Bildern zu laden und das gesamte Spreadsheet mit den gegenwärtigen Bildern, Gleichungen und/oder Konfigurationen der Zellen zu speichern.

Wie in Fig. 1 gezeigt ist, kann die I/O-Einrichtung 46 zum Empfang von Benutzer-Eingaben optional mit dem Bild-Spreadsheet-Generator 10 verbunden sein, mit dem die Auswahl und Ausrichtung der Ansichten gesteuert wird, wenn der Benutzer auf den Schirm mit den Fenstern 48, 54 schaut, um durch die in den Zellen 50 dargestellten Bilder zu navigieren.

Das Bild-Spreadsheet-System 10 kann Hardware und/oder Software sein und kann als Unterprogramm in dem Grafikgenerator 12 oder außerhalb des Grafiksystems 14 realisiert sein. Das Bild-Spreadsheet-System 10 kann zum Beispiel eine getrennte Workstation, die mit dem Grafikgenerator 12 verbunden ist, oder ein PC sein, der über ein Netzwerk, wie zum Beispiel das Internet, mit dem Grafikgenerator 12 verbunden ist.

Wie in Fig. 2 gezeigt ist, können die Zellen 50 des Bild-Spreadsheets in einer typischen Spreadsheet-Art bezeichnet sein, bei der die Zellen 50, die Reihen bilden, numerisch benannt und die Spalten alphabetisch bezeichnet sind, so daß sich die Zellen A1 bis A3, B1 bis B3, C1 bis C3 usw. ergeben. Jeder Zelle 50 ist eine Formel oder eine Gleichung zugeordnet, die auf anderen Anzeigeschirmen sichtbar sein kann, auf die durch Benutzerbefehle umgeschaltet wird, oder die in dem Bereich 54 des Anzeigeschirms in vorbestimmten Anzeigebereichen für Gleichungen wiedergegeben werden. Bei alternativen Ausführungsformen kann das Bild-Spreadsheet 2D-Bilder gemäß der Darstellung in Fig. 2, 3D-Bilder gemäß der Darstellung in Fig. 3, Text gemäß Fig. 2 oder eine Kombination aus Text, 2D-Bildern und 3D-Bildern gemäß den Fig. 2 und 3 beinhalten.

Gemäß Fig. 2 kann jede Zelle 50 Registrierungsmarker 56 enthalten, die sichtbar oder unsichtbar sein können, das heißt daß jede Zelle 50 zugeordnete Daten in Speichern auf-

weist, die den Ort solcher Registrierungsmarker 56 spezifizieren, und der Bild-Spreadsheet-Generator 10 kann auf Benutzerbefehle zum Umschalten zwischen der Wiedergabe und der Nicht-Wiedergabe der Registrierungsmarker 56 in ausgewählten oder allen Zellen 50 ansprechen. Die Registrierungsmarker 56 werden verwendet, um die Bilder zu positionieren und auszurichten, wobei die Registrierungsmarker 56 in einer Standardeinstellung für den Benutzer unsichtbar sind, solange dieser während des Ladens eines Bildes und einer Sitzung zur Betrachtung nicht auf die Anzeige der Registrierungsmarker 56 umschaltet. Zum Beispiel können die Zellen A1, B1, C1 fortlaufende Rahmen in einer Sitzung einer Magnetresonanz-Angiographie (MRA) wiedergeben, in der ein Satz 58 von Blutgefäßen in umgebendem Gewebe in der Zelle A1 angezeigt wird. Die Zellen B1 und C1 zeigen das Eindringen eines Kontrastmittels in die Blutgefäße, wobei die Bilder 60 bis 62 die Blutgefäße 58 mit dem darin fließenden Kontrastmittel darstellen. Die Registrierungsmarker 56 ermöglichen die Erzeugung von verschiedenen Bildern eines gemeinsamen Objektes, das heißt der Blutgefäße, die mit einer sehr genauen Ausrichtung zu orientieren sind. Die Registrierungsmarker stellen eine Visualisierung einer darunterliegenden räumlichen Abbildung zwischen mindestens zwei Bildern oder Volumina dar, die in mindestens einer Zelle des Bild-Spreadsheets durch den Bild-Spreadsheet-Generator 10 erzeugt werden. Bei einer solchen Abbildung wird jeder gegebene Punkt in einem Bild auf einen korrespondierenden Punkt in dem anderen Bild oder Volumen abgebildet. Bei dem Bild-Spreadsheet werden diese Abbildungen berechnet, um gemäß der folgenden Beschreibung die anatomische Kohärenz zu erhalten. Aus diesem Grund ist klar, daß die in den Fig. 2 und 3 gezeigten Registrierungsmarker 56 nur beispielhaft zu verstehen sind und nicht unbedingt in den Zellen vorhanden sein müssen. Die Registrierungsmarker 56 können in dem Bild-Spreadsheet auch weder sichtbar noch unsichtbar sein, sondern mit Bits, Zeigern, Speicherplätzen oder anderen Daten korrespondieren, die eine Registrierung zwischen Bildern mit einem durch den Bild-Spreadsheet-Generator 10 implementierten Registrierungsverfahren ermöglichen.

Die Zellen A1, B1, C1 können Bilder enthalten, die mit Dateien F1, F2, F3 in dem Speicher korrespondieren, die zuvor von einer Bilddatenquelle der MRA-Sitzung empfangen wurden, wie zum Beispiel einem Speicher des Grafiksystems 14. Demgemäß kann durch die Gleichung $A1 = \text{load}(F1)$, mit der die Zelle A1 in die Anzeige des Bildes 58 geladen wird, eine load-Operation in das Bild-Spreadsheet implementiert werden. Die Gleichung wird anschließend der Zelle A1 zugeordnet. Alternativ dazu können die Zellen A1, B1, C1 Bilder aufweisen, die mit den Zeiten T1, T2, T3 der MRA-Sitzung korrespondieren. Demgemäß kann eine load-Operation in das Bild-Spreadsheet implementiert werden, durch die die Zelle A1 mit der Gleichung $A1 = \text{load}(T1)$ geladen wird. Alternativ dazu können die Zellen A1, B1, C1 Bilder enthalten, die mit verschiedenen Rahmen FR1, FR2, FR3 aus dem Magnetresonanz-Bildsystem korrespondieren, so daß der Zelle A1 die Gleichung $A1 = \text{load}(FR1)$ zugeordnet ist.

Für eine solche MRA-Sitzung können die Bilder in den Zellen A1, B1, C1, die von den Rahmen erhalten werden, entsprechenden Zeiten zugeordnet werden. Das Bild-Spreadsheet kann auch Bildfunktionen wie `frame()` unterstützen, die aus einem Speicher zu einer Zeit t in einer Zeitsequenz von Rahmen einen Rahmen zurückführen, und mit den Gleichungen für die Zellen 50 können Funktionsaufrufe ermöglicht werden, die in Zellen-Operationen zu verwenden sind. Demgemäß würde mit der Gleichung $A1 = \text{load}(\text{frame}(T1))$ das Bild in dem Rahmen zu der Zeit T1 wiedergewonnen

und in die Zelle A1 geladen werden.

Beim Laden der Zellen kann der Bild-Spreadsheet-Generator 10 automatisch die Registrierungsmarker für jedes Bild bestimmen und das Bild dann so formatieren, daß die Registrierungsmarker an den Registrierungsmarkern 56 gemäß Fig. 2 positioniert und angezeigt werden.

Es können auch andere Zellen-Operationen unterstützt werden, wie zum Beispiel mathematische Standard-Operationen wie Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division, die auf dem Gebiet der Bilderzeugung allgemein definiert und bekannt sind. Bei dem MRA-Beispiel in Fig. 2 zeigen die Zellen A1, B1 und C1 das zeitliche Eindringen und Verhalten eines Kontrastmittels 66 in die/den Blutgefäßen, wobei die Zelle A1 das Bild 58 der Blutgefäße ohne Kontrastmittel 66, die Zelle B1 das Bild mit etwas Kontrastmittel in den Blutgefäßen und die Zelle C1 die Blutgefäße nach Ablauf einer spezifizierten Zeit nach dem Eindringen des Kontrastmittels 66 zeigt.

Nach der Injektion des Kontrastmittels 66 erscheinen die Gefäße hell. Die umgebende Anatomie bleibt im wesentlichen unverändert und kann durch Subtraktion des Bildsatzes ohne Kontrastmittel von dem Bildsatz mit Kontrastmittel entfernt werden. Der Benutzer kann dann die Zelle A2 unter Verwendung des Bild-Spreadsheet-Generators 10 anweisen, eine zugeordnete Gleichung $A2 = C1 - A1$ auszuführen, die bewirkt, daß der Bild-Spreadsheet-Generator 10 das Bild 58 von dem Bild 62 subtrahiert, so daß die Basis-Blutgefäße entfernt werden und nur das Kontrastmittel 66 sowie sein Weg durch die Blutgefäße dargestellt wird. Durch Subtraktion und die dadurch bewirkte Ausfilterung der Blutgefäße aus dem Bild 62, mit der das Hintergrund-Gewebe aus dem Bild 62 entfernt wird, zeigen die Wege des Kontrastmittels in dem Bild 64 zum Beispiel Gesichtspunkte des Blutflusses, wie einen Terminus 68 des Blutflusses, der einen Verschuß oder einen Blutklumpen in den Blutgefäßen indizieren kann. In ähnlicher Weise kann der Blut- und Strömungsfluß um Tumore und andere Karzinome durch diese Subtraktion angezeigt werden.

Es kann auch Text in die Zellen wie zum Beispiel die Zelle A3 eingegeben werden, wobei dieser Text mit Gleichungen zu anderen Zahlen addiert oder von diesen subtrahiert werden kann. Die Zelle B2 kann sich zum Beispiel durch die Gleichung $B2 = A1 + A3$ aus den Zellen A1 und A3 zusammensetzen, so daß der Text als Legende oder Beschriftung in das Bild 58 eingefügt werden kann, das dann zum Beispiel in Form von Präsentationsmaterial, wie Dokumenten oder Folien, ausgedruckt oder ausgegeben werden kann. Zusätzlich dazu kann jeder Zelle 50 einer Mehrzahl von anderen Zellen zugeordnet sein und/oder eine Mehrzahl von Bildern indexieren, so daß der Bild-Spreadsheet-Generator 10 ein Eselsohr-Icon 70 oder andere grafische Icons in jeder Zelle oder alternativ dazu nur in solchen Zellen, die eine solche Mehrzahl von Bildern beinhalten, erzeugen kann. Alternativ dazu kann auch ein pop-up-Fenster oder eine pop-up-Benutzer-Schnittstelle (U1) wie ein Eingabefenster 52 erzeugt und angezeigt werden, um dem Benutzer eine selektive Ansicht verschiedener, jedoch einander zugeordneter Bilder zu ermöglichen. Unter Verwendung des Eselsohr-Icons 70, des pop-up-Fensters oder der pop-up-Benutzer-Schnittstelle (U1) kann sich der Benutzer durch die Anzahl von Bildern "blättern", das heißt diese laden oder durchscrollen, wobei das Minuszeichen ein zurückblättern zu einem vorherigen Bild und das Pluszeichen ein Vorwärtsblättern zu einem nächsten Bild bedeutet.

Bei alternativen Ausführungsformen können Pfeile oder andere, Browser-ähnlich zu betätigende Icons in Verbindung mit oder anstelle der genannten Eselsohr-Icons 70 oder pop-up-Fenster oder UIs vorgesehen sein, wobei das auf

dem Schirm 48 in Fig. 2 gezeigte Bild-Spreadsheet auch unter Verwendung eines Internet-Browsers wie z. B. des Microsoft Internet Browsers, implementiert werden kann, wobei die Zellen 50 zum Beispiel in Browserrahmen und/oder Webseiten implementiert sind. Bei anderen Ausführungsformen können auch Java-Applets und/oder ActiveX Steuereinheiten unter Verwendung der Microsoft ActiveX Technologie verwendet werden, um das Bild-Spreadsheet und/oder den Bild-Spreadsheet-Generator 10 oder Teile davon zu implementieren. Solche Java-Applets oder ActiveX Steuereinheiten können dann einem Web-Browser oder anderen Internet-basierenden oder World-Wide-Web-basierenden oder Netzwerk-basierenden Anwendungen untergeordnet werden, so daß ein Benutzer auch von einer entfernten Station mit jedem Browser oder jeder Netzwerk-Plattform, die mit Java oder ActiveX kompatibel ist, auf das Bild-Spreadsheet Zugriff nehmen kann.

Auch unäre Operationen sind für die Zellengleichungen verfügbar, wie zum Beispiel inverse Funktionen, die ein Bild durch seine Negativdarstellung ersetzen, ebenso wie exponentielle Funktion wie die exp()-Funktion als eine Potenz der Basis e des natürlichen Logarithmus, sowie Wurzelfunktionen wie die Quadratwurzelfunktion sqrt(). Weiterhin können auch Filteroperationen unterstützt werden, wie zum Beispiel Farbfilter, Grauskalafilter und Filter zur Erhöhung der Intensität, wobei solche Filter Falschfarben-Verstärkungen erzeugen können, um bestimmte Merkmale wie Tumore oder Kontrastmittel zu unterscheiden.

Die Bilder in den Zellen können weiteren Operationen unterworfen werden, wie zum Beispiel einer Schwellwertbildung unter Verwendung von Schwellwert-Funktionen, wobei auch Bild-Segmentationsverfahren verwendet werden können. Als Beispiel zeigt Fig. 3, wie für die Zellen A1 bis C1 ein 3D-Bild 72 eines Kopfes in der Zelle 74 in einer Magnetresonanz-Abbildungssequenz (MRI) transformiert wird, um ein Bild 76 der darunterliegenden Blutgefäße in der Zelle 78 zu erzeugen und somit ein Bild 80 des Gehirns in der Zelle 82 zu zeigen. Es kann zum Beispiel eine segment-Funktion aufgerufen werden wie $B1 = \text{segment}(A1)$ und $C1 = \text{segment}(B1)$. Zusätzlich können die Bilder 72 bis 76 addiert werden, so daß sie sich in drei Richtungen überlappen und ein in einer anderen Zelle wie B2 wiedergegebenes, kombiniertes Bild entsteht.

Weitere Operationen können implementiert werden, mit denen eine aufwendige Bildverarbeitung, wie zum Beispiel eine Projektion der maximalen Intensität (MIP oder MaxIP) oder eine Projektion der minimalen Intensität (MinIP), erleichtert wird und die als Zellenfunktionen implementiert werden können. Zum Beispiel kann gemäß Fig. 3 ein Magnetresonanzbild (MR) 84 eines vaskulären Gewebes in einer Datei mit dem Namen mr_vascular gespeichert werden. Unter Anwendung eines Gefäß-Segmentationsverfahrens, das durch die Funktion segment_vessel() und eine MIP-Funktion call MIP() aufgerufen wird, kann das Bild 88 in der Zelle 90 mit der Bezeichnung A3 durch folgende Gleichungen erzeugt werden:

$A2 = \text{load_image}('mr_vascular')$ und $A3 = \text{MIP}(\text{segment_vessel}(A1))$,

die jeweils in der Zelle A2 bzw. A3 implementiert sind. Bei diesem Beispiel wird ein dem 3D-Bild 84 entsprechender Rohdatensatz in die Zelle A2 geladen, und die Zelle A3 wird so eingestellt, daß sie eine Zusammensetzung aus einer Projektion der maximalen Identität des Datensatzes und des Ergebnisses des Gefäß-Segmentationsverfahrens darstellt.

Weitere Funktionen und Bildoperationen können implementiert werden, wie zum Beispiel Bildverarbeitungsfunk-

tionen wie Kantenerfassung, Tiefpaß, Hochpaß, Bandpaß-Filterung und Rauschunterdrückung; ebenso wie Schwellwertbildung; Grauegel-Fensterverarbeitung; Bildverstärkung wie zum Beispiel Kantendetektion, Tiefpaß-/Hochpaß-Filterung, Weichzeichnung und Farbmodifikation; Segmentation wie statische und Bewegungs-basierende Operationen; Morphogenie, Stereo-Korrespondenz; Visualisierung von Volumina und Flächen; Vergleichsoperationen; Reduzieren/Maskieren; Objekterkennung zum Beispiel unter Verwendung von neuronalen Netzwerken und Datenklassifizierern; Bildarchiv-Manipulation; Videobearbeitung und andere Bildoperationen wie interaktive, Maus-gesteuerte Rotation, Skalierung und Translation von Bildern. Darüberhinaus sind die Videodaten mehrdimensional mit mindestens einer Zeitachse und mindestens einer räumlichen Achse, wodurch Animationen von zum Beispiel eindimensionalen Kurven von Testergebnissen, zweidimensionalen Röntgenstrahlbildern und dreidimensionalen MRI-Bildern implementiert werden können. Das beschriebene Bild-Spreadsheet schafft somit eine Plattform zum Organisieren, Verarbeiten und Editieren von Videosequenzen für zum Beispiel medizinische und nichtmedizinische Anwendungen.

Weiterhin können Funktionen und Operationen so eingebettet werden, daß diese andere Funktionen oder Operationen aufrufen, wie es oben bei der Erzeugung der Zelle A3 in Fig. 3 beschrieben wurde. Darüberhinaus bezeichnet der Begriff "=" gemäß der hier verwendeten Definition eine Zuweisung und/oder eine erneute Zuweisung von Zellen und Variablen, die die Zellen darstellen. Es können auch andere Gleichungs-, Programmierungs- und/oder operationelle Konventionen verwendet werden. Zum Beispiel kann die Operation der Zuweisung alternativ auch durch das Symbol ":" bewirkt werden, während die Booleschen Operationen aufgrund des Symbols "=" ohne Doppelpunkt ausgeführt werden. Zum Beispiel kann gemäß Fig. 2 das Bild 64 in der Zelle A2 durch die folgende Boolesche Gleichung erzeugt werden:

if count = 0 then A2: = (C1-A1) else A2: = B1-A1.

Diese Gleichung kann in einem Programm verwendet werden, mit dem das Bild-Spreadsheet unter Verwendung eines Steuerparameters count aufgerufen wird. Solche logischen Programmiermethoden, die in bekannte numerische Spreadsheets implementiert sind, können somit in das beschriebene Bild-Spreadsheet implementiert werden. Zusätzlich dazu kann das Bild-Spreadsheet auch durch eine objekt-orientierte Programmierung implementiert werden, so daß solche Bild-Spreadsheets in andere Anwendungen importiert werden können, wie zum Beispiel Textprogramme wie Microsoft Word und Datenbanken wie Microsoft Access, die mit der OLE-, DCOM- und/oder ActiveX- Technologien arbeiten.

Registrierung (Justierung)

Wenn sich der Patient zwischen zwei Aufnahmen von Bildern bewegt hat, führt eine Subtraktion der Bilder gemäß der Beschreibung für die Zellen A1, C1 und A2 in Fig. 2 zu anatomisch falschen Ergebnissen, da nichtkorrespondierende Bereiche subtrahiert werden. Bei dem Bild-Spreadsheet-Generator 10 wird dieses Problem durch Verwendung eines Registrierungsverfahrens gelöst, um die Bilder zum Beispiel durch Translation oder Morphogenie zu modifizieren, so daß sie vor der Anwendung einer mathematischen Operation zwischen den Bildern anatomisch korrekt miteinander korrespondieren. Mit dem Registrierungsverfahren kann auch die Bewegung, die das Subjekt ausgeführt hat,

abgeschätzt und eine Korrektur solcher Bewegungen durchgeführt werden, wenn Operationen zwischen den Bildern ausgeführt werden.

Mit der Registrierung wird eine anatomische Kohärenz der mehrfachen Datensätze sichergestellt. Eine anatomische Kohärenz setzt voraus, daß wenn ein Punkt P_A in einem Volumen A mit dem gleichen Bereich eines Patienten korrespondiert, wie ein Punkt P_B in einem Volumen B, die registrierte Abbildung zwischen A und B, die durch den Bild-Spreadsheet-Generator 10 aufrechterhalten wird, eine solche anatomische Kohärenz zwischen den Datensätzen beinhaltet.

Bestimmte MR-Aufnahmen, wie zum Beispiel bei neurologischen Untersuchungen, sind gut registriert (justiert), da der Kopf während der Dauer der Aufnahme fixiert werden kann. Eine Bewegung des Patienten kann jedoch nicht bei der Aufnahme anderer Körperteile verhindert werden. Dies betrifft zum Beispiel Umfangsuntersuchungen, bei denen eine Bewegung des Patiententisches mit dem Patienten zwischen verschiedenen Aufnahmen erforderlich ist. Ein Verfahren, das angewendet werden kann, ist die automatische Registrierung von festen Körpern, bei dem durch den Bild-Spreadsheet-Generator 10 und/oder das Grafiksystem 14 eine Transformation eines festen Körpers vorgenommen wird, um bei mehrfachen Untersuchungen eine Registrierung zu erzielen. Zum Beispiel kann eine "fusion"-Taskkarte in den Taskkarten 18 enthalten sein, d. h. die durch den Grafikgenerator 12 mit dem Grafiksystem 14 verwendeten und verfügbaren Funktionen können zu diesem Zweck verwendet werden. Unter Verwendung einer interaktiven Selektion von korrespondierenden Punkten zwischen zwei volumetrischen Untersuchungen kann eine vollständige automatische Registrierung durchgeführt werden, mit der zwei Untersuchungen auf der Basis von Pixel/Voxel-Werten angepaßt werden, um so eine geeignete Ausrichtung unter Verwendung der Registrierungsmarker 56 zu erreichen, die in dem wiedergegebenen Bild-Spreadsheet und dessen Zellen in den Grundeinstellungen unsichtbar sind. Eine solche automatische Registrierung ist bei MRA-Anwendungen sinnvoll, da die Art und die Pixel/Voxel-Statistiken von mehrfachen Untersuchungen einer gemeinsamen physikalischen Struktur sehr ähnlich sind, wie es in den Zellen A1 bis C1 der Fig. 2 gezeigt ist. Auf diese Weise können durch einen Benutzer und/oder durch ein automatisches Anpassungsverfahren zur Registrierung, zum Beispiel durch ein neurales Netzwerk oder Klassifizierer, die Bilder zur Vorbereitung der weiteren Bild-Manipulationen gemäß obiger Beschreibung ausgerichtet werden.

Eine andere verwandte Technik ist die interaktive, auf einer Volumenableitung basierende Registrierung, bei der die Verfügbarkeit einer interaktiven und Echtzeit-Volumenableitung eine Registrierung des festen Körpers auf der Basis einer Visualisierung ermöglicht. Unter Verwendung eines solchen Registrierungsverfahrens können zwei Untersuchungen gleichzeitig volumenabgeleitet sein, wie zum Beispiel die Volumenbilder 72, 76, 80 in Fig. 3. Der Benutzer und/oder die automatische Technik zur Registrierungsanpassung einschließlich neuraler Netzwerke oder Klassifizierer können interaktiv versuchen, die Überlappung zwischen Bildern zu maximieren. Zum Implementieren einer solchen interaktiven Registrierung kann eine Echtzeit-Volumenableitung verwendet werden. Bei einer alternativen Ausführungsform können Transformationen verwendet werden, die einen volumetrischen Körper zur Anpassung an einen anderen deformieren, um eine automatische Verwerfungsregistrierung durchzuführen, mit der Bewegungen von nichtfesten Körpern kompensiert werden können.

Es können auch andere bekannte Bild-Registrierungsver-

fahren verwendet werden, die z. B. auf dem medizinischen Gebiet bekannt sind, wie zum Beispiel ein Verfahren zur Maximierung der beiderseitigen Informationen (MMI), sowie ein Verfahren zur Iteration des nächsten Punktes (ICP), um auf diese Weise eine Anpassung und Manipulation der Bilder in dem Bild-Spreadsheet vorzunehmen.

Betriebsverfahren

Das Bild-Spreadsheet-System 10 arbeitet in Verbindung mit dem Grafikgenerator 12 unter Anwendung des in Fig. 4 gezeigten Verfahrens. Der Grafikgenerator 12 erhält in einem Schritt 92 Bilddaten und erzeugt in einem Schritt 94 gemäß der Darstellungen in den Fig. 2 und 3 ein Gitter oder Spreadsheet, um zum Beispiel die Zellen A1 bis A3, B1 bis B3, C1 bis C3 usw. zu erzeugen. Es ist klar, daß auch mehr Zellen erzeugt werden können, wobei nur ein Teil der Zellen dargestellt ist und die übrigen Zellen durch Scrollen durch die Zellen wie bei bekannten Spreadsheet-Systemen angezeigt werden können. Nach dem Empfang der Bilddaten in Schritt 92, die eine Reihe von Bildern mit Bild-Begrenzungszeichen wie Vorläufen (Header) sein können, um anzuzeigen, welche Daten mit welchem Bild korrespondieren, unterteilt der Bild-Spreadsheet-Generator 10 den Bild-Anzeigebereich 48 in mindestens eine gleiche oder näherungsweise gleiche Anzahl von Schirmbereichen oder Segmenten, wie Zellen vorhanden sind. Zum Beispiel wird eine Reihe von zwei bis vier Bildern mit einem Format von mindestens zwei mal zwei Zellen angezeigt; eine Reihe von fünf oder sechs Bildern mit einem Format von mindestens zwei mal drei Zellen; eine Reihe von sieben bis neun Bildern mit einem Format von mindestens drei mal drei Zellen usw. Eine erneute Formatierung dieser Formate durch Hinzufügen von Reihen oder Spalten kann durch den Benutzer vorgenommen werden, wobei leere Reihen und Spalten automatisch erzeugt werden können, um zusätzliche Zellen für die Anordnung und Wiedergabe von Ergebnissen von Zellenoperationen zu schaffen.

Mit dem Verfahren werden dann in Schritt 96 die Bilder in die Zellen geladen, so daß die Registrierung jedes Bildes an die Registrierungsmarker 56 angepaßt ist. Nach dem Laden der Bilder in die Zellen wird das Verfahren in Schritt 98 mit Benutzerbefehlen beaufschlagt, um die Bilder zu bearbeiten, wobei in Schritt 100 eine Gleichung eingegeben und in Schritt 102 eine Steuerung der Anzeige durchgeführt werden kann, die auch eine Fensteraufteilung, ein Zoomen und Panning-Funktionen umfassen kann, ebenso wie die Option, Operationen für einen Satz von Zellen gleichzeitig zu verbinden, und in Schritt 104 eine Bild-Spreadsheet-Steuerung möglich ist, die auch Druck- und Speicherbefehle umfaßt.

Zum Eingeben einer Gleichung in Schritt 100 wählt der Benutzer die Zellen zum Beispiel durch Bewegen eines hervorgehobenen Fensters, mit dem die Ränder der gegenwärtig gewählten Zelle hervorgehoben werden, oder auf andere Weise durch Anklicken der gewünschten Zelle aus. Der Benutzer wählt dann einen "define operation"-Befehl, der ein Icon auf dem Schirm 48 oder eine bestimmte Tastenkombination, ein Mausknopf oder ein pull-down-Fensterbefehl sein kann. Daraufhin erscheint das Eintragsfenster 52, in das der Benutzer die gewünschte Operation oder den betreffenden Ausdruck eingibt.

Nach der Definition aller Operationen für eine oder mehrere Zelle kann der Benutzer das Bild-Spreadsheet ausführen, um die eingegebenen Operationen mit einem geeigneten Befehl wie zum Beispiel einer vorbestimmten Tastenkombination oder durch ein pull-down-Menü zu implementieren. Der Status der Ausführung der Operationen kann über die GUI 46 zum Beispiel durch Veränderung von Far-

ben auf dem Schirm oder durch Ausgabe des Wortes "ausgeführt" angezeigt werden.

Während oder nach dem Eingeben der Gleichung in Schritt 100 oder der Anzeigesteuerung in Schritt 102 kann die Gesamtbild-Spreadsheet-Steuerung in Schritt 104 aktiviert werden, die zum Beispiel einen Speicherknopf zum Speichern des Bild-Spreadsheets und/oder aller ausgewählter Zellen mit den gegenwärtigen Einstellungen, Bildern und/oder Gleichungen umfaßt. Mit dem Schritt 104 kann auch ein neues Bild-Spreadsheet für den gleichen Patienten und/oder eine Untersuchung erzeugt werden, oder es wird ein neues Bild-Spreadsheet für andere Patienten und/oder Untersuchungen erzeugt, was dazu führt, daß das Verfahren zu dem Schritt 92 zurückspringt, um die Bilddaten aufzunehmen. Der Benutzer kann mit dem Schritt 106 veranlaßt werden, vor der Aufnahme neuer Bilddaten die gegenwärtigen Bilddaten beizubehalten oder zu löschen. Wenn die gegenwärtig geladenen Daten zu bearbeiten sind, so wird das Verfahren mit den Schritten 102 bis 106 wiederholt.

Bei alternativen Ausführungsformen kann der Schritt 104 einen Befehl enthalten, mit dem die Ergebnisse der Bearbeitung der gegenwärtigen Bilder in dem Bild-Spreadsheet auf andere Taskkarten wie einer virtuellen Endoskop-Anwendung, übertragen werden. Der Benutzer kann durch Anklicken oder auf andere Weise einen gewünschten Satz von Zellen auswählen, woraufhin die gewünschte Taskkarte aktiviert wird, um die ausgewählten Zellen zu verarbeiten.

Darüberhinaus kann der Schritt 104 Befehle umfassen, mit denen die eingegebenen Gleichungen als Bild-Spreadsheet-Schablone oder Script, das nicht unbedingt Patientenspezifisch ist, auf zukünftig importierte Bilddaten angewendet wird. Solche Bild-Spreadsheet-Scripte können dann geladen und auf neue Bilddaten oder Untersuchungen angewendet werden. Zum Beispiel kann gemäß Fig. 2 der Prozeß des Entferns von Hintergrund-Gewebe aus den eingegebenen MRA-Daten durch die Bild-Subtraktionsgleichung in der Zelle A2 so implementiert werden, daß diese auf alle kompatiblen eingegebenen Bilddaten angewendet wird und nicht nur auf die Bilddaten für die Bilder 58 bis 66.

Alternative Ausführungsformen

Bei einer alternativen Ausführungsform kann das Gitter der Zellen, wie es in den Fig. 2 und 3 gezeigt ist, unterschiedliche Größen aufweisen. Die Zellen können die ursprünglichen Abtastdaten, eine einzige mathematische Formel oder Programme mit einer Mehrzahl von Befehlen enthalten. Jede Zelle des Bild-Spreadsheets kann als Operand für solche Berechnungen verwendet werden. Probleme im Zusammenhang mit einer Fehlanpassung der Auflösung werden durch automatische Interpolation gelöst. Zusätzlich bietet jede einzelne Zelle eine Vielzahl verschiedener Optionen für die Visualisierung, wie zum Beispiel Zellen, die interaktiv schnittweise Ansichten, eine Projektion maximaler Intensität (MIP) oder simulierte Röntgenstrahlenerzeugung, eine Volumenerzeugung usw. darstellen können. Die interaktiven Parameter verändern sich in Abhängigkeit von der Art der Visualisierung. Während der Betrachtung eines Schnittes kann der Benutzer zum Beispiel die Parameter für den Schnitt, die Neigung, den Zoomfaktor, den Fensterwechsel und Pegel auswählen, während bei einer 3D Ansicht Steuereinheiten für eine Kameraposition und andere Parameter usw. hinzugefügt sind.

Bei einer anderen alternativen Ausführungsform kann ein Zusammenschluß von Visualisierungen durchgeführt werden, durch den Visualisierungen in verschiedenen Zellen zusammengefaßt werden, so daß Änderungen, die bei den Darstellungsparametern in einer Zelle der zusammengeschlos-

senen Gruppe auftreten oder implementiert werden, automatisch auf den Rest der Zellen in der Gruppe angewendet werden. Diese Darstellungsparameter umfassen das Fenster, den Pegel, den Zoomfaktor und die Neigung für eine 2D-Ansicht; sowie den Standpunkt, die Kamera-Parameter, Bezugsebenen, Transferfunktionen usw. für eine 3D-Ansicht, ebenso wie eine Filterung und andere Verfahren zur Bildtransformation. Zum Beispiel können gemäß Fig. 2 die Bilder 58 bis 66 in den Zellen A1, A2, B2 bzw. C1 in der Weise zusammengeschlossen werden, daß eine Änderung eines der Visualisierungsparameter von einer Zelle den Visualisierungsparameter der übrigen, zusammengeschlossenen Zellen verändert. Bei diesem Beispiel kann eine Änderung der Auflösung zum Zoomen in einen Teil des Bildes 62 in der Zelle C2 dazu führen, daß der Bild-Spreadsheet-Generator 10 die Auflösung in den Zellen A1, A2, B1 entsprechend ändert, um in einen korrespondierenden Teil der entsprechenden Bilder 58 bis 64 zu zoomen.

Bei einer anderen alternativen Ausführungsform kann ein Zusammenschluß der interaktiven Messung und des interessierenden Bereiches (ROI) vorgenommen werden. Wenn in einer Zelle der zusammengeschlossenen Gruppe interaktive Messungen wie zum Beispiel Messungen des Abstandes, der Fläche, des Volumens, der Histogramm/Intensitätseigenschaften usw. vorgenommen werden, werden die gleichen Messungen auf die anderen Mitglieder der Gruppe gespiegelt. Für auf einem Histogramm bzw. einer Intensität basierende Messungen kann das Ergebnis in jedem Volumen anders sein. Die ROI-Selektion und die Position der Zeiger oder anderer grafischer Indikatoren in Bezug auf Merkmale in den Bildern werden in ähnlicher Weise zusammengeschlossen.

Der Bild-Spreadsheet-Generator 10 implementiert einen vollständigen Programmiersprachen-Interpreter für Ausdrücke und Gleichungen in den Zellen. Solche Ausdrücke und Gleichungen sind nicht nur einzeilige arithmetische, binäre Operationen oder unäre Funktionen, sondern können auch mehrzeilige Programme sein, die temporäre Variablen, Schleifen, Funktionsdefinitionen und andere Arten von anspruchsvollen Ablaufsteuerungen und Rechenvorschriften enthalten. Die Ausdrücke können auch Aufrufe für durch einen Benutzer bereitgestellte externe Funktionen und vollständige Programme enthalten. Im Ermessen des Benutzers können einzelne Ausdrücke und vollständige Verarbeitungsbögen gespeichert und wieder aufgerufen werden.

Die Daten in einer Zelle müssen nicht unbedingt an jeder räumlichen Stelle einen einzigen Skalar aufweisen. Datensätze können auch Vektor-bewertet sein, wobei die für eine räumliche Stelle gespeicherten Informationen aus einer Liste von Datenelementen mit beliebiger Länge bestehen können. Die Anwendung eines Gradient-Operators auf ein Volumen erzeugt zum Beispiel ein resultierendes Volumen, in dem jedem räumlichen Ort drei Fließkommawerte zugewiesen sind.

Operationen sind zwischen Modalitäten und Arten von Funktionen überladen; dies bedeutet, daß der Bild-Spreadsheet-Generator 10 automatisch die geeignete Operation aus dem Ausdruck und den zugrundeliegenden Daten bestimmt. Für so unterschiedliche Operationen wie zum Beispiel skalare und vektorielle Operationen wird zum Beispiel in dem Fall, in dem der Benutzer scanwertige Volumina addiert, die skalare Addition verwendet und ein skalarwertiges Ergebnis erzeugt. Wenn jedoch vektorwertige Volumina addiert werden, wird eine andere Art von Operation verwendet, die eine Vektoraddition implementiert, und das Ergebnis ist ein vektorwertiges Volumen. Die Kompatibilität dieser Arten von Operanden in einer Gleichung wird automatisch geprüft, und die Gleichung wird durch den Bild-Spre-

adsheet-Generator 10 ausgewertet, wenn die Operanden kompatibel sind. Andernfalls informiert der Bild-Spreadsheet-Generator 10 den Benutzer über das Bildsystem 14 über einen Fehler und/oder die Art einer Fehlanpassung und verhindert eine Ausführung der Operation.

Mit der obigen Beschreibung wird ein erfindungsgemäßer Bild-Spreadsheet-Generator 10 und ein entsprechendes Verfahren anhand einer bevorzugten Ausführungsform beschrieben. Es sind jedoch zahlreiche Modifikation und Änderungen möglich, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen. Auch wenn zum Beispiel im Zusammenhang mit der bevorzugten Ausführungsform ein Bild-Spreadsheet beschrieben wird, gehört auch eine Bild-Datenbank, die in Verbindung mit dem Bild-Spreadsheet-Generator 10 in der oben beschriebenen Weise arbeitet, zu der Erfindung. Die Beschreibung dient somit nur zur Verdeutlichung und hat keine beschränkende Wirkung.

Patentansprüche

1. Bildsystem zum Erzeugen eines Bild-Spreadsheets mit:
einem Prozessor zum Anzeigen einer grafischen Benutzerschnittstelle (GUI) auf einem Display; und
einem Bild-Spreadsheet-Generator, mit dem bewirkt wird, daß die GUI ein Spreadsheet-Gitter mit einer Mehrzahl von Zellen mit zugeordneten Registrierungs-
markern anzeigt, wobei jeder Zelle eine Gleichung zugeordnet werden kann;
wobei der Spreadsheet-Generator auf Bilddaten mit zugeordneten Registrierungsdaten zum Anzeigen einer Mehrzahl von Bildern in einem Teil der Mehrzahl von Zellen anspricht, wobei die Mehrzahl von Bildern so ausgerichtet und orientiert ist, daß die Registrierungs-
marker der entsprechenden Zellen zusammenpassen; und
wobei der Bild-Spreadsheet-Generator auf Benutzer-Eingaben zum Implementieren eines Satzes von Gleichungen in einem ersten Satz von Zellen anspricht, um erste Bilder in dem ersten Satz von Zellen zu transformieren.
2. Bildsystem nach Anspruch 1, bei dem der Bild-Spreadsheet-Generator vorbestimmte Bild-transformierende Funktionen implementiert, die durch einen Benutzer individuell angegeben werden, um aus den ersten Bildern transformierte Bilder in einem zweiten Satz von Zellen zu erzeugen.
3. Bildsystem nach Anspruch 2, bei dem die vorbestimmten Bild-transformierenden Funktionen mathematische Funktionen sind.
4. Bildsystem nach Anspruch 2, bei dem die vorbestimmten Bild-transformierenden Funktionen aus einer Gruppe ausgewählt sind, die eine Schwellwertbildung, eine Grauegel-Fensterbildung, eine Bildverstärkung, eine Segmentation, eine Gestaltbildung, eine Stereokorrespondenz, eine Visualisierung, Vergleichsoperationen, ein Stutzen/Maskieren, eine Objekterkennung, eine Bildarchiv-Manipulation und eine Videobearbeitung umfaßt.
5. Bildsystem nach Anspruch 1, bei dem die Bilddaten eine Mehrzahl von Magnetresonanzbild (MRI)-Rahmen umfassen.
6. Bildsystem nach Anspruch 5, bei dem die MRI-Rahmen mit Bildern einer Magnetresonanz-Angiographie (MRA) korrespondieren, die Bilder umfassen, die das Eindringen eines Kontrastmittels in ein vaskuläres System zeigen.
7. Bildsystem nach Anspruch 6, bei dem die MRA-

Bilder einen zeitlichen Fortschritt des Eindringens des Kontrastmittels zeigen.

8. Bildsystem nach Anspruch 7, bei dem der Bild-Spreadsheet-Generator eine Subtraktionsgleichung implementiert, um ein erstes Bild des vaskulären Systems ohne das Kontrastmittel aus einem zweiten Bild des vaskulären Systems mit Kontrastmittel zu filtern, wodurch ein Fluß des Kontrastmittels in dem System dargestellt wird.

9. Bildsystem nach Anspruch 1, bei dem der Bild-Spreadsheet-Generator zweidimensionale Bilder in der Mehrzahl von Zellen erzeugt.

10. Bildsystem nach Anspruch 1, bei dem der Bild-Spreadsheet-Generator dreidimensionale Bilder in der Mehrzahl von Zellen erzeugt.

11. Bildsystem nach Anspruch 1, bei dem der Bild-Spreadsheet-Generator in der Mehrzahl von Zellen Text erzeugt.

12. Bildsystem nach Anspruch 1, bei dem der Bild-Spreadsheet-Generator über die GUI ein pop-up-Fenster erzeugt, um eine Eingabe durch einen Benutzer in eine entsprechende Zelle zu erleichtern.

13. Bildsystem nach Anspruch 1, bei dem der Bild-Spreadsheet-Generator in einer ersten Zelle ein Esels-ohr-Icon erzeugt, das betätigbar ist, um selektiv eines einer Mehrzahl von Bildern wiederzugeben, die der ersten Zelle zugeordnet sind.

14. Bildsystem nach Anspruch 1, bei dem der Bild-Spreadsheet-Generator eine pop-up-Benutzerschnittstelle (U1) erzeugt, die betätigbar ist, um selektiv eines einer Mehrzahl von Bildern wiederzugeben, die einer ersten Zelle zugeordnet sind.

15. Bildsystem nach Anspruch 1, bei dem die Bilder mit einem Bildverfahren erzeugt werden, das aus einer Gruppe ausgewählt ist, die eine Magnetresonanz (MR), eine Computertomographie (CT), eine Positronen-Emissionstomographie (PET), eine Einzel-Photonen-Emissions-CT (SPECT) und 3D Ultraschall umfaßt.

16. Bildsystem nach Anspruch 1, bei dem der Bild-Spreadsheet-Generator eine zusammengefaßte Visualisierung von ersten Bildern durchführt, wonach der Bild-Spreadsheet-Generator die ersten Bilder in einen ersten Satz von Zellen transformiert, die so zusammengefaßt werden, daß eine Transformation eines Bildes in einer Zelle entsprechend der zusammengefaßten Visualisierungs-Parameter auf das entsprechende, in mindestens einer zweiten Zelle wiedergegebene Bild ausgeführt wird.

17. Bildsystem zum Erzeugen eines Bild-Spreadsheets mit:

einem Prozessor zum Anzeigen einer grafischen Benutzerschnittstelle (GUI) auf einem Display; und
einem Bild-Spreadsheet-Generator, mit dem bewirkt wird, daß die GUI ein Spreadsheet-Gitter mit einer Mehrzahl von Zellen mit zugeordneten Registrierungs-
markern anzeigt, wobei jeder Zelle eine Gleichung zugeordnet werden kann, sowie zum Anzeigen von mehrdimensionalen Bildern;

wobei der Bild-Spreadsheet-Generator auf einen Satz von Gleichungen in einem ersten Satz von Zellen anspricht, um erste Bilder in dem ersten Satz von Zellen zu transformieren;
wobei der Bild-Spreadsheet-Generator auf Bilddaten anspricht, die mit mehrdimensionalen Bildern korrespondieren, zum automatischen Ausrichten der Bilder durch Transformationen des ersten Satzes von Zellen vor der Anwendung des Satzes von Gleichungen auf diesen ersten Satz von Zellen.

18. Bildsystem nach Anspruch 17, bei dem die Transformationen zum Ausrichten starre Transformationen sind.
19. Bildsystem nach Anspruch 17, bei dem die Transformationen zum Ausrichten verwerfende Transformationen sind. 5
20. Bildsystem nach Anspruch 17, bei dem der Bild-Spreadsheet-Generator eine anatomische Kohärenz zwischen verschiedenen Bildern erzeugt, die in verschiedenen Zellen des Bild-Spreadsheets angezeigt werden. 10
21. Verfahren zum Implementieren eines Bild-Spreadsheets mit folgenden Schritten:
- Anzeigen eines Spreadsheet-Gitters mit einer Mehrzahl von Zellen mit einer grafischen Benutzerschnittstelle (GUI); 15
- Zuordnen einer Gleichung zu mindestens einer der Mehrzahl von Zellen;
- Verarbeiten von Bilddaten mit zugeordneten Registrierungsdaten zum Anzeigen einer Mehrzahl von Bildern in einem Teil der Mehrzahl von Zellen; 20
- Ausrichten und Orientieren der Mehrzahl von Bildern in den entsprechenden Zellen, so daß die Registrierungsmarker von entsprechenden Zellen zusammenpassen; und 25
- Transformieren von ersten Bildern in einem ersten Satz von Zellen gemäß der mindestens einen Gleichung.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

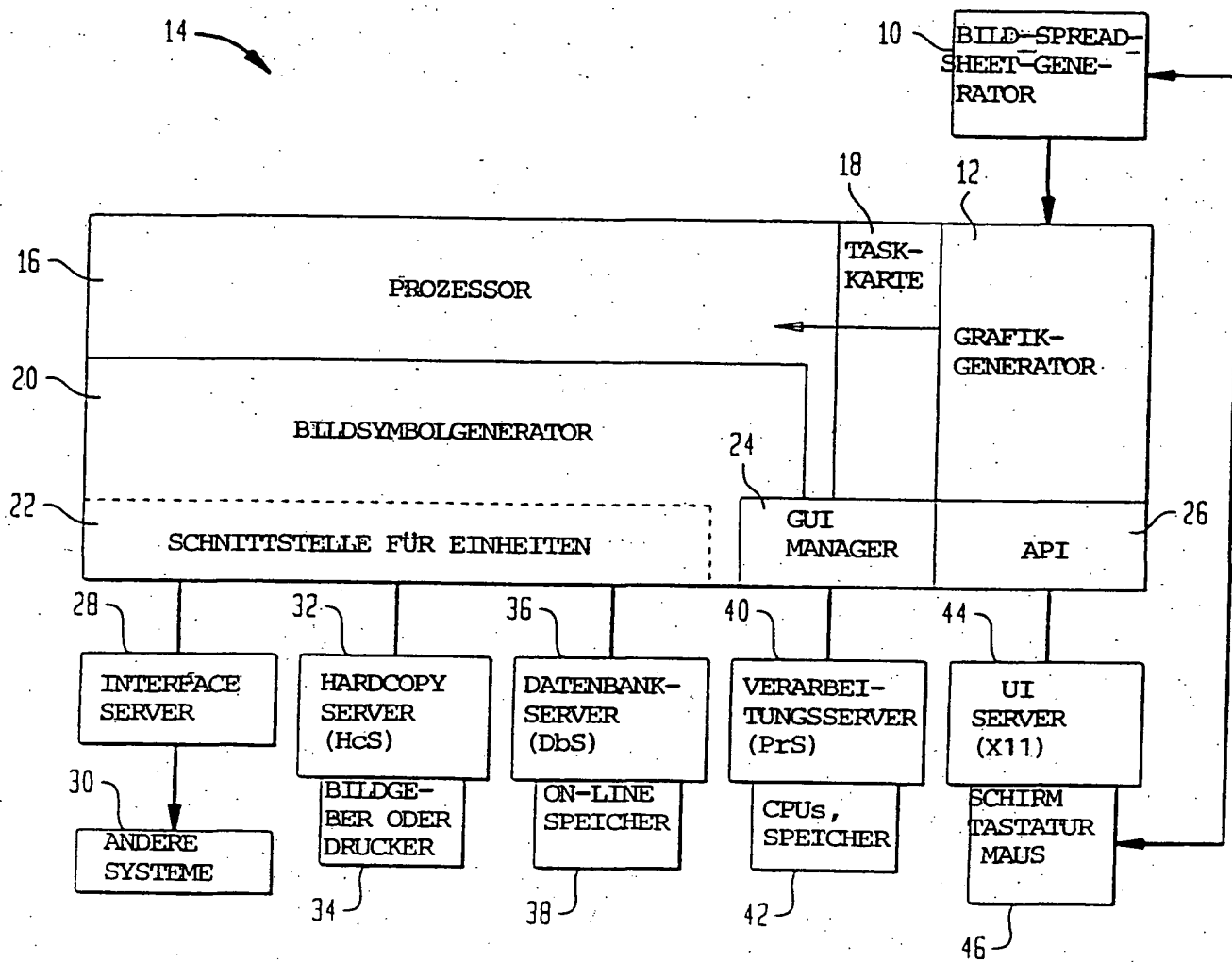
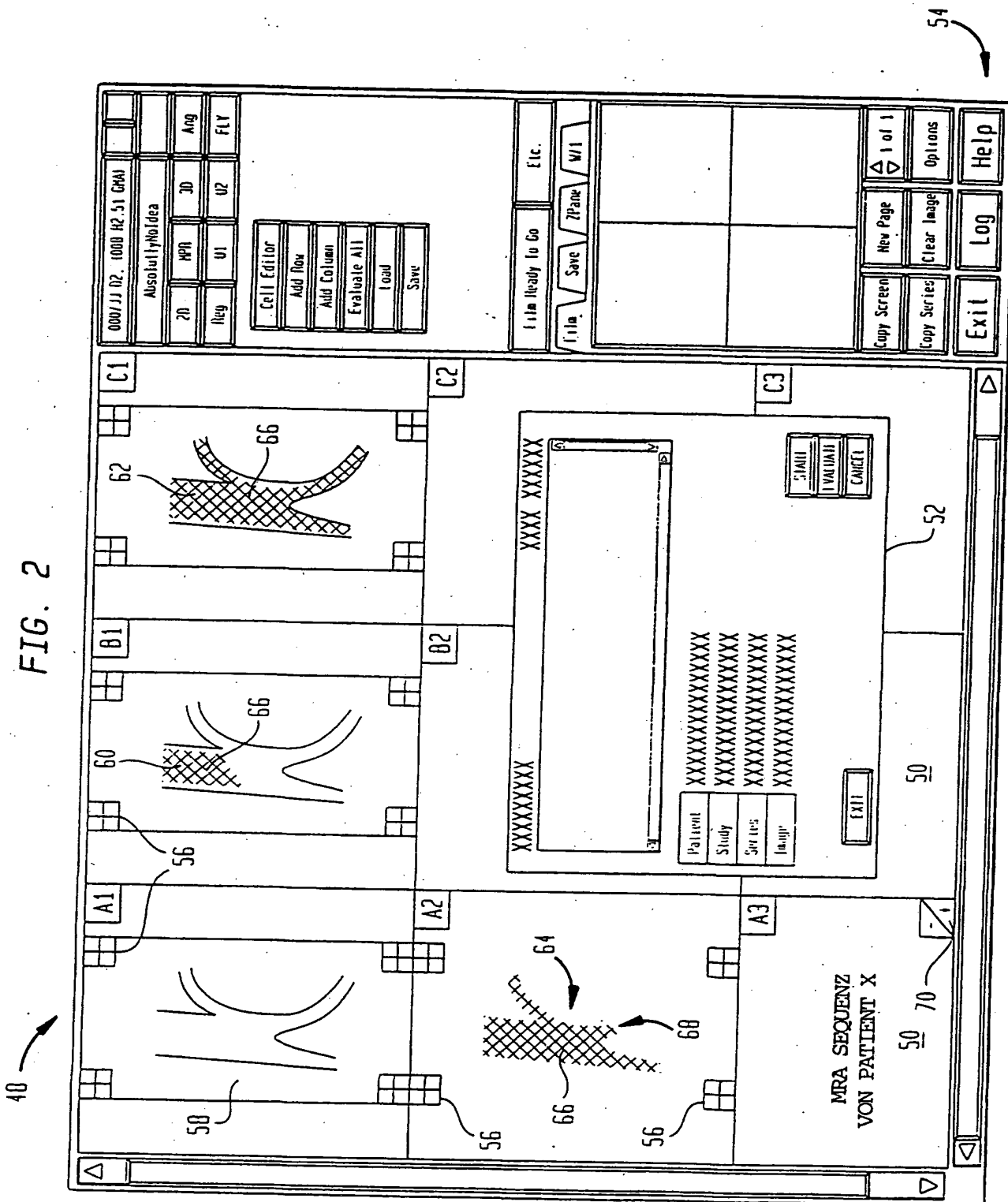


FIG. 2



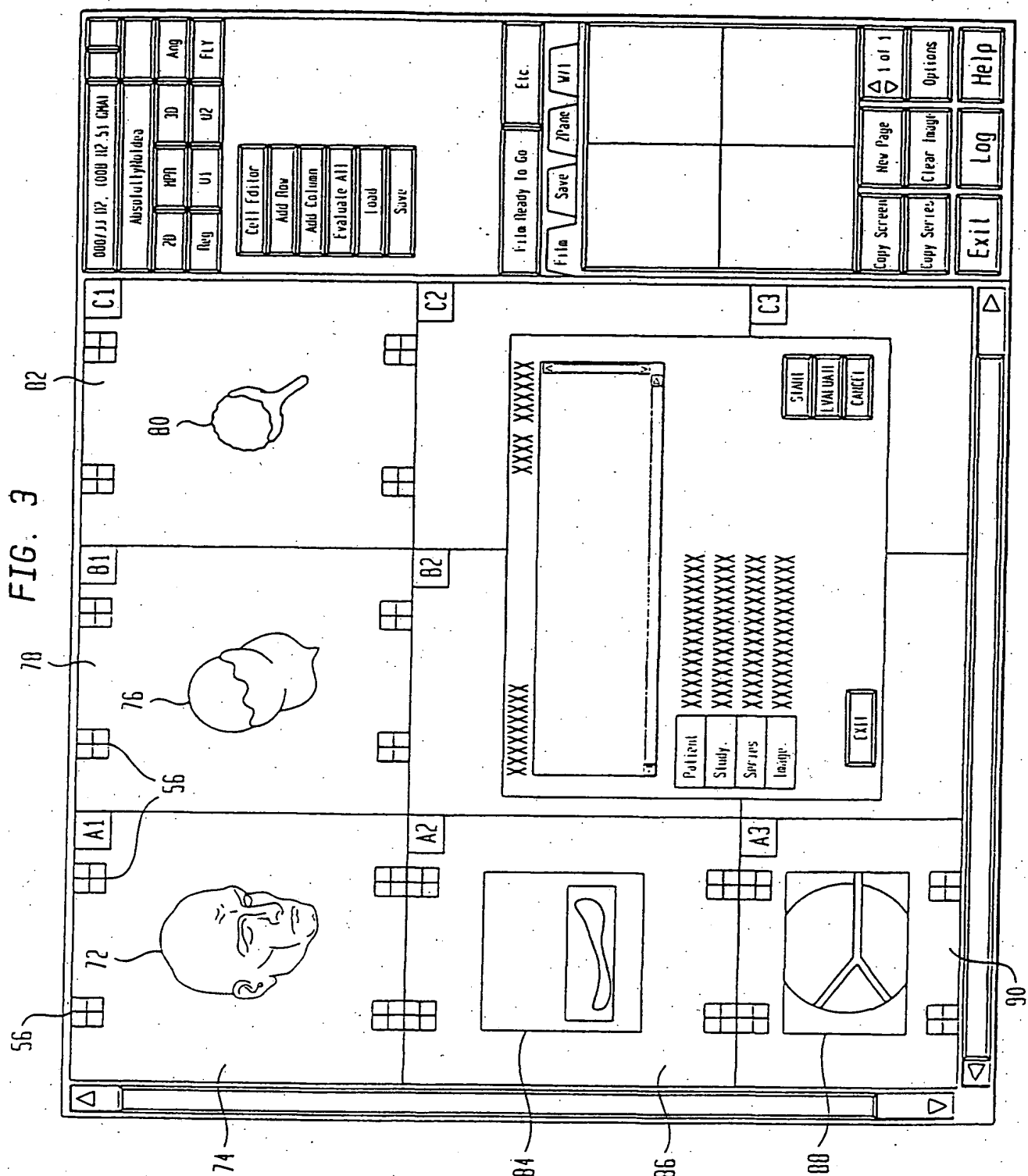


FIG. 4

